

## Dendrochronologické datování objektu Čistá č.p. 171

**Dendrochronologie** (*dendron* = strom, *chronos* = čas, *logos* = věda) je vědou, která na základě časové analýzy letokruhů dřev hledá odpovědi na otázky týkající se různých vědních oborů. Podstatou je datování vzorků dřeva. V současné době rozeznáváme následující podobory dendrochronologie:

- **dendroarcheologie:** pomocí letokruhové analýzy zjišťuje „kdy byl strom skácen, kdy zpracován na řezivo a kdy bylo dřevo použito v konstrukci“.
- **dendroklimatologie:** pomocí letokruhové analýzy se snaží určit klimatické podmínky dob minulých i současných.
- **dendroekologie:** na základě letokruhové analýzy studuje faktory, které ovlivňují zemské ekosystémy.
- **dendromorfologie:** vědní obor zabývající se datováním procesů tvorby zemského povrchu a krajiny na základě analýzy letokruhů dřevin.
- **dendroglaciologie:** pomocí analýzy letokruhů datuje a studuje minulost i současnost dynamiky ledovců.
- **dendrohydrologie:** studuje a datuje dynamiku vodních zdrojů.
- **dendropyrochronologie:** pomocí letokruhové analýzy datuje dynamiku přírodních požárů.

Tloušťkový přírůst dřeva vytvořený ve vegetačním období příslušného roku periodickou činností dělivých buněk sekundárního dělivého meristému - kambia, se nazývá letokruh. Série měření charakteristik letokruhů, jako je šířka letokruhu nebo maximální hustota letního dřeva, které byly převedeny na bezrozměrné hodnoty pomocí procesu standardizace, vytváří tzv. *letokruhovou chronologie*. Letokruhová chronologie je stacionární časovou řadou vytvořenou procesem zvaným standardizace. Jde proces vyloučení nežádoucích dlouhodobých odchylek měřených charakteristik letokruhů. Obvykle se pomocí tohoto procesu snažíme odstranit růstové trendy způsobené normálním fyziologickými procesy stárnutí a vlivy okolního prostředí. V důsledku proměnlivosti faktorů prostředí, které modelují a modifikují tloušťkový přírůst dřevin podléhají také anatomické parametry letokruhů (např. šířka letokruhu) výrazné proměnlivosti. Na dané biogeografické jednotce území je tato proměnlivost šířek letokruhů v daném období charakteristická, čehož je využíváno pro přesné časové zařazení metodou *křížového datování*. Metoda je založena na statistickém porovnávání charakteristických změn šířek letokruhů bez ohledu na jejich absolutní šířky. Postupným skládáním a navazováním od živých rostoucích stromů lze zpětně rekonstruovat časové řady - chronologie - hluboko do minulosti.

*Přírůstový nebozez: Nástroj sloužící k odebírání vývrtů dřeva ze stromu za účelem následné letokruhové analýzy.*

### **Datování dřeva**

Dub a jehličnatá dřeva (jedle, modřín, borovice, smrk) jsou v současnosti na celém světě hlavními zástupci dřevin používaných v dendrochronologii. Za účelem spolehlivého datování je třeba změřit aspoň 60 letokruhů. Je-li dostupné větší množství vzorků, které jsou v blízkém vztahu, tj. byly použity v konstrukci současně (loď, jednoduchá stavba), stačí 40 letokruhů k účelům datování. Pro různé oblasti Evropy (zejména Německa a Nizozemí) jsou dostupné hlavní standardní chronologie, které se používají pro datování dřevěných předmětů z archeologických vykopávek a historických staveb. Datování je mnohem úspěšnější, jestliže se využije chronologie stromů, které rostly ve stejné geobiocenologické jednotce potenciální přírodní vegetace jako zkoumané dřevo.

Dendrochronologické datování lze rozdělit na tři kategorie, které se liší způsobem odběru vzorků dřeva:

- dřevo z archeologických vykopávek,
- dřevo ze starých staveb,
- dřevěné umělecké předměty a nábytek.

## **Metodika datování historických staveb**

### **1. Odběr vzorků**

Odběr vzorků z historických staveb je přesná a decentní práce. Musí být stanoven plán za použití historických podkladů. Samotný odběr vzorku by měl být jen tak destruktivní, jak je nezbytně nutné a neměl by narušit pevnost konstrukce. Obecně se používá malý dutý vrták - odběrový nebozez. Spojům mezi stavebními prvky se vyhýbáme stejně jako místům s růstovými vadami (suky, trhliny, biotická degradace).

### **2. Předběžný průzkum**

Během předběžného průzkumu je stanoven druh dřeva, přiměřenost jeho ochrany, počet letokruhů na každém vzorku a přítomnost běle (u bělových dřev). Výsledkem takového postupu je rozdělení souboru vzorků na skupinu použitelných vzorků a skupinu nepoužitelných vzorků.

### **3. Datování**

Vlastní datování se sestává ze tří fází:

- a) přípravný proces
- b) měření, standardizace a datování
- c) kontrola dendrochronologické kvality

#### ***Přípravný proces***

Z celých desek, trámů nebo prken odebraný vývrt je na příčném řezu dřeva seříznut ostrým nožem (žiletkou, skalpelem), aby byla viditelná buněčná stavba. Je to přesná práce, která může zabrat dosti času, hlavně jedná-li se o suché dřevo nebo degradované dřevo.

#### ***Měření, standardizace a datování***

- Měření  
Šířka letokruhů každého vzorku každé série je měřena v setinách milimetrů pomocí digitálního měřicího zařízení vybaveného binokulárním mikroskopem a výstupem na PC. Na PC jsou výsledné profily jsou archivovány a graficky znázorňovány pro kontrolu měření. Vizualním porovnáním těchto grafů získáme první indikaci společných datových vzorků. Současně lze zjistit chyby měření a opravit je.
- Standardizace  
Každý profil odráží kombinaci podmínek prostředí. Ne všechny jsou relevantní pro datování. Z hlediska datování je změna šířek letokruhů způsobena změnami teploty a srážek během roku. Tyto změny označujeme jako vysokofrekvenční změny. Tzv. nízkofrekvenčními změnami rozumíme např. celkový pokles šířky letokruhů od dřeně k lýku a změny způsobené vlivem světla a prostoru. Nízkofrekvenční změny jsou z časových řad odfiltrovány a detrendované chronologie jsou dále zpracovávány.

- Datování

1. Standardní chronologie jedle

Letokruhové křivky jsou datovány srovnáním s absolutními datovými chronologickými standardy, kterými disponují dendrochronologické laboratoře v Evropě i ve světě.

Některé z těchto chronologií byly publikovány (Becker, Giertz-Siebenlist 1970, Eckstein et al. 1979, Baillie, Pilcher 1982), jiné jsou uloženy v International Tree-Ring Data Bank (Oregon, USA). Pro datování objektu byla použita průměrná chronologie jedle v rozsahu 1539 - 1980) založená na datech pocházejících z následujících lokalit jedle v Evropě:

- Ceppo, Bosque di Martense (Itálie), 42° 41', 13°26', F.H. Schweingruber (1654 - 1980)
- Pratomagno-Bibbiena, Apeniny (Itálie), 43° 40', 11°46', B. Becker (1539 -1963)
- Bayerischer Wald (Německo), 48° 45', 13°00', B. Becker (1541 - 1951)
- Kreuth (Německo), 47° 38', 11°45', B. Becker (1586 - 1961)

Použití těchto standardních chronologií je oprávněné pro příslušnost ke stejné biogeocenologické jednotce na regionální úrovni (ovlivnění od Středozemního moře) a vysoké podobnosti chronologií jedle ve Střední Evropě - 64,6% (koeficient souběžnosti u buku 62,1% a u smrku 59,9%).

2. Statistické metody

*Koeficient souběžnosti („Gleichlaufigkeit“)*. Změny v sériích šířek letokruhů jsou zjednodušeny na binární proměnnou, která ukazuje zda je tloušťka letokruhu v jakémkoliv roce větší nebo menší než v předcházejícím roce. Zjistí se procento souhlasných hodnot. Jestliže je tato hodnota menší než 50 %, lze tvrdit, že zde není žádná shoda.

*Cross-correlation*. Další způsob, kterým lze mezi dvěma křivkami najít shodu je Pearsonův korelační koeficient  $r$ . Hodnota  $r = +1$  by znamenala dva naprosto identické soubory. Běžně je tato hodnota korelace pro vzorek a standard mezi 0,2 a 0,6. Statistická významnost je ověřována Studentovým t-testem.

### ***Kontrola dendrochronologické kvality***

*Vizuální kontrola*: V tomto stadiu lze zamítnout statisticky „silná“ data nebo přijat nějaká statisticky méně jasně shodná data k identifikaci absolutních dat.

*Statistická kontrola*: Naměřená data lze také zpracovat počítačového programu COFECHA.

### **Křížové datování (Crossdating)**

*Crossdating* je pravděpodobně nejdůležitější postup při letokruhové analýze. Hlavní význam má při zařazování každé šířky letokruhu, klimatického údaje, hustoty atd., do správné časové posloupnosti. Některé chronologické výsledky mohou obsahovat chyby způsobené počítáním, nesprávným rozpoznáním letokruhů nebo chybným letokruhem. Pomocí *crossdating* lze tyto problémy eliminovat.

### **Metody**

1. Rovnou od dřeva: Dendrochronolog s mnohaletými zkušenostmi ve specifické oblasti „nosí“ stovky průběhů křivek šířek letokruhů v hlavě a může tak srovnat danou křivku s příslušnou referencí ve své paměti.
2. Skeletový diagram: Jedná se o grafickou prezentaci letokruhů, které lze považovat za významné při *crossdatingu*. Tato metoda je podrobně popsána - Stokes a Smiley 1968. Detailní vysvětlení viz Schweingruber, F. H., Eckstein, D., Serre-Bachet, F. a Bräker, O. U., 1990.
3. *Crossdating* naměřených šířek letokruhů: Obvyklý postup je následující: do grafu se vynesou naměřené šířky letokruhů, přičemž osa  $x$  je v lineárním měřítku a představuje čas (jednotka 1 rok) a osa  $y$  je buď také lineární, nebo logaritmická a reprezentuje šířky letokruhů v  $mm$ . Datování se provádí přikládáním průsvitných grafů na sebe.
4. Počítače a *crossdating*: Díky počítačům s odpovídajícím softwarovým vybavením (např. ITRDB) je proces *crossdatingu* daleko objektivnější a rychlejší.
5. Statistické testování: Příklad bezparametrových testů, které sestávají z následujících bodů:
  - 1) Test znaménka (the sign test) je bezparametrová metoda při níž se stanovuje procento shody šířky letokruhu v libovolném roce mezi dvěma sériemi.
  - 2) Gladwin v 30. letech zdůraznil, že je třeba sledovat nejen shodu letokruh po letokruhu, ale také kolik shod šířek letokruhů dvou sérií nastalo v rámci jednoho roku.
  - 3) *Gleichlaeufigkeit* označováno %A.
  - 4) Celková hodnota v jakémkoliv roce v rozmezí mezi 0 a 1. Použijí se dvě křivky a hodnota plus nebo minus  $1/2$  se přiřadí každému roku podle charakteru trendu (rostoucí/klesající) křivky šířky letokruhu. Jestliže obě klesají:  $(-1/2) + (-1/2) = jedna$ . Jedna rostoucí a druhá klesající:  $(1/2) + (-1/2) = nula$ . Jedna rostoucí a druhá stabilní :  $(+1/2)$ . Větší shoda rovná se vyšší hodnota *Gleichlaeufigkeit*.
  - 5) Huber zavedl intervaly spolehlivosti na jednotkách standardních odchylek, které umožňují zjistit, jak významně byly dvě série statisticky srovnatelné.
  - 6) Dnes se *Gleichlaeufigkeit* standardně používá při statistickém *crossdatingu* ve všech evropských laboratořích. Tento koeficient je také výstupem programu CATRAS.

**Absolutní datování jednotlivých letokruhových sérií v objektu Čistá č.p.171:**

Číslo vzorku	Rozsah chronologie	Počet letokruhů	Korelační koeficient	Studentův T-test	Koeficient souběžnosti (%)
1	1498-1583	86	,641	7,66	73
2	1419-1512	94	,823	13,92	84
3	1480-1541	62	,563	5,28	73
4	1496-1583	88	,445	4,60	68
5	1474-1527	54	,507	4,24	75
6	1473-1552	80	,645	7,46	72
7	1459-1547	89	,575	6,55	77
8	1455-1532	78	,435	4,21	68
9	1594-1671	78	,506	5,11	68
10	1572-1640	69	,632	6,68	72
11	1497-1583	87	,679	8,52	75
12	1467-1545	79	,547	5,74	71
13	1509-1582	74	,591	6,22	71
14	1522-1570	49	,640	5,71	77
15	1579-1629	51	,614	5,45	73
16	1542-1591	50	,529	4,32	79
17	1592-1628	37	,518	3,58	71
18	1606-1658	53	,551	4,72	75
19	1613-1658	46	,519	4,02	71
20	1601-1668	68	,679	7,52	71
21	1584-1632	49	,571	4,76	69
22	1552-1600	49	,631	5,57	68
23	1586-1632	47	,604	5,08	62
24	1605-1665	61	,524	4,73	73
25	1640-1693	54	,751	8,20	80
26	1596-1670	75	,617	6,65	78
27	1569-1618	50	,492	3,91	66
28	1550-1601	52	,566	4,86	74
29	1584-1644	61	,447	3,83	63
30	1622-1703	82	,666	7,99	76

**Popis jednotlivých datovaných dřevěných prvků**

<b>Číslo prvku</b>	<b>Popis prvku</b>
1	stěnový nehraněný trám, jizba
2	stěnový nehraněný trám, jizba
3	stěnový nehraněný trám, jizba
4	stěnový nehraněný trám, jizba
5	stěnový nehraněný trám, jizba
6	stěnový nehraněný trám, jizba
7	trámová zárubeň dymného otvoru, jizba
8	stěnový nehraněný trám, jizba
9	stěnový hraněný trám s ježky, jizba
10	stěnový hraněný trám s ježky, jizba
11	stropní trám (poval), jizba
12	stropní trám (poval), jizba
13	stropní trám (poval), jizba
14	stropní trám (podpěrný hraněný trám), jizba
15	stropní trám (hraněný průvlak), vstupní síň
16	stropní trám (hraněný průvlak), vstupní síň
17	stropní trám (příčný), vstupní síň
18	stěnový trám, komora II.
19	stěnový trám, komora II.
20	stěnový trám, komora I.
21	stěnový trám, komora II.
22	stěnový trám, komora II.
23	stropní trám hraněný, komora I.
24	stěnový trám, komora I.
25	stěnový trám, horní síň, II.NP
26	stěnový trám, komora III., II. NP
27	stropní trám, komora III., II. NP
28	stěnový trám, jizba / horní síň, II. NP
29	konzola stěnového trámu (námětek), jizba / horní síň, II. NP
30	stěnový trám, jizba, II. NP

# ZNALECKÝ POSUDEK

č. 125-13/00 

na dendrochronologické datování součástí krovu  
domu usedlosti čp. 171 v Čisté, okr. Svitavy

Posudek si vyžádal: SOVAMM, společnost pro obnovu vesnice  
a malého města  
Zuzana Syrová, Kuršova 30, 635 00 Brno

Účel posudku: dendrochronologické datování  
části stavby

Posudek vypracoval: Ing. Josef Kyncl  
Eliášova 37, 616 00 Brno

Posudek obsahuje 3 strany textu a 2 strany příloh, předává se ve 2 vyhotoveních.

## 1. Úvod

Náplní tohoto znaleckého posudku je dendrochronologické datování dřevěných součástí stavebního objektu. Ukáží-li se jejich letokruhové řady spolehlivě synchronizovatelné s absolutně datovanou standardní letokruhovou chronologií, je výsledkem absolutní odatování jednotlivých letokruhů zkoumaných dřevěných stavebních prvků. Pokud je zjištěn podkorní letokruh, pak je jeho datace rokem skácení stromu, použitého ke zhotovení konstrukčního prvku. Rok smýcení stromu ovšem nemusí být totožný s rokem výstavby objektu.

*Obsahem tohoto znaleckého posudku je dendrochronologické datování krokví krovu domu usedlosti čp. 171 v Čisté, okr. Svitavy. Prvky k datování vybral a jejich lokalizaci v objektu dle číselníku v tabulce na příloze 2 tohoto posudku eviduje zadavatel tohoto znaleckého posudku.*

## 2. Zpracovaný materiál, druhové složení, nomenklatura vzorků

Přehled veškerého odebraného a zpracovaného materiálu z hlediska jeho označení, lokalizace v objektu, druhového složení a výsledku dendrochronologického rozboru je obsahem tabulky v příloze 2 tohoto znaleckého posudku. Zpracováno bylo celkem 5 prvků, odebráno bylo 5 vzorků, a to ve formě vývrtů Presslerovým vrtákem. Na většině zpracovaných prvků bylo možno při odběru rozeznat podkorní letokruh. Podkorní vrstvy dřeva byly značně poškozeny žírem tesařika krovového a již při odběru se rozpadaly. Na nejzachovalejším vzorku z datovatelných, vzorku 8887, bylo možno odhadnout ztrátu rozpadem na 1 až 4 letokruhy. 2 vzorky jsou tvořeny smrkovým dřevem, 3 vzorky jedlovým. V tomto znaleckém posudku je použita čtyřciferná nomenklatura vzorků. Čísla vzorků jsou jejich jmény v databázi znaleckého pracoviště.

## 3. Metoda dendrochronologického zpracování

Bylo použito standardních metod chronologie šířek letokruhů, popsaných mj.: COOK & KAIRIUKSTIS 1990, SCHWEINGRUBER 1983. Tyto metody jsou podrobněji popsány ve znaleckém posudku č. 101-31/99 na dendrochronologický rozbor dřevěných stavebních konstrukcí domu Vračovice čp. 2, okr. Ústí nad Orlicí, vypracovaném zpracovatelem tohoto znaleckého posudku pro téhož zadavatele.

### Vysvětlivky symbolů použitých dále v tabulkách v textu:

$(n_1; n_2)$	časové rozpětí překrytí dvou srovnávaných letokruhových řad
$n$	hodnota překrytí (počet intervalů, = počet let minus 1)
$a$	koeficient shody (procento souběžností)
$r$	korelační koeficient
$t_a$	hodnota t-testu vztahující se ke koeficientu shody
$t_r$	hodnota t-testu vztahující se ke korelačnímu koeficientu
*	za hodnotou $a, r: \alpha=0,005$ (spolehlivost 99,5%)
**	za hodnotou $a, r: \alpha=0,0005$ (spolehlivost 99,95%)
()	hodnoty $a, r$ v závorce: $\alpha<0,01$ (spolehlivost nižší než 99%)



**Standardní chronologie** použitá pro absolutní odatování letokruhových řad (Kyncl & Kyncl 1995, 1999):

- Standardní chronologie jedle ČR. Jméno v databázi znaleckého pracoviště: jedlestd.

## 4. Výsledky

### 4.1 Relativní synchronizace

Při pokusu o relativní synchronizaci řad ("každá s každou") v rámci druhu dřeviny se ukázalo:

#### 4.1.1

Letokruhové řady jedle 8887, 8889 a 8890 tvoří synchronní dendrochronologicky homogenní soubor. Žádná z nich sice není pro značné poškození podkorní vrstvy dřeva ukončena podkorním letokruhem, ale u řady 8887 je možno počet nezměřených okrajových letokruhů odhadnout na 1 až 4. Řady byly po verifikaci synchronizovány a sumarizovány a vytvořily soubor označený 888g (příloha 1, horní graf), po detrendingu (tamtéž dolní graf) 888g.ind.

#### 4.1.2

Letokruhové řady smrku 8886 a 8888 jsou pro nedostatečný počet letokruhů spolehlivě nezpracovatelné.

### 4.2 Absolutní datování

Datovaná řada: 888g.ind

srovnávací chronologie	<i>jedlestd</i>
$(n_1; n_2)$	(1512; 1581)
$n$	70
$a$	70 %**
$r$	+0,406**
$t_a$	3,60
$t_r$	3,61
$t_{0,005}$	2,65
$t_{0,0005}$	3,44

Datování je spolehlivé (viz též graf na příloze 2 nahoře). Datování bylo umožněno prezencí jediného vzorku, 8890 o 69 letokruzích. Bez tohoto vzorku by datování celého souboru nebylo možné.

## 5. Souhrn a závěry (viz tab. v příloze)

Dendrochronologickým průzkumem předmětného materiálu byl zjištěn časový horizont podkorního letokruhu v rozpětí (**1582; 1585**). Tato nepřesnost je způsobena rozpadem podkorních vrstev dřeva v důsledku silného poškození žírem tesaříka krovového. Spolehlivá datace jedlového dřeva byla umožněna pouze přítomností jediné řady 8890 o 69 letokruzích. Smrkové dřevo se ukázalo nepracovatelným pro nedostatečný počet letokruhů

V Brně dne .....

.....

### Ve znaleckém posudku citovaná literatura a prameny:

- COOK E.R., KAIRIUKSTIS L.A. (eds., 1990): Methods of dendrochronology. Kluwer Acad. Publ., Dodrecht - Boston - London.
- GRISSINO-MAYER H., HOLMES R., FRITTS H.C.(1992): International Tree-Ring Data Bank Program Library, Version 1.1. Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tucson, Arizona, USA.
- KYNCL, J. (1999): Znalecký posudek č. 101-31/99 na dendrochronologický rozbor dřevěných stavebních konstrukcí domu Vračovice čp. 2, okr. Ústí nad Orlicí. Nepubl.
- KYNCL, J., KYNCL, T. (1995): Dating of historical fir (*Abies alba*) wood in Bohemia and Moravia. *Dendrochronologia* (Verona) 14:237-240.
- KYNCL J., KYNCL T. (1999): Standardchronologien der Nadelgehölze. Zeitgemäßer Zustand in Böhmen und Mähren. . In: L. Poláček und J. Dvorská (eds): Probleme der mitteleropäischen Dendrochronologie. Internationale Tagungen in Mikulčice, Archeol. Inst. AVČR Brno 5: 79-84.
- SCHWEINGRUBER F.H. (1983): Der Jahrring. Paul Haupt, Bern.
- WALPOLE R.E., MYERS R.H. (1990): Probability and Statistics for Engineers and Scientists. Table A.4: Critical values of the t-distribution. Macmillan Publ. Co., New York.

**Příloha:** Tabulka a 3 grafy na 2 stranách

### **ZNALECKÁ DOLOŽKA**

*Znalecký posudek jsem podal jako znalec jmenovaný rozhodnutím ministra spravedlnosti České republiky ze dne 8. 9. 1995 č.j. ZT 1480/95 pro základní obor Technické obory (různé) se specializací Dendrochronologické datování a druhové určování dřeva.*

*Znalecký úkon je zapsán pod pořadovým číslem =125= znaleckého deníku. Znalečné a náhradu nákladů (náhradu mzdy) účtuji podle připojené likvidace na základě dokladů číslo 125-15/00.*

.....  
Ing. Josef Kyncl  
Eliášova 37, Brno

doplňená

125-15/00

číslo vzorku	prvek	dřevina	počet letokruhů	poslední letokr.
<b>Usedlost čp.171, dům usedlosti, Čistá, okr. Svitavy</b>				
<i>krov, krokve na straně dvora (počítáno od štítu)</i>				
8886	desátá	s mrk	26	1563
8887	devátá	je dle	48	1581
8888	osmá	s mrk	21	---
8889	sedmá	je dle	27	1576
8890	šestá	je dle	69	1577
<b>sumární řada</b>				
<b>888g</b>	8887 + 8889 + 8890	je dle	70	1581 p=(1582-1585)

p - podkorní le-

tokruh